



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.01.2008 Patentblatt 2008/01

(51) Int Cl.:
H05B 33/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06013620.7**

(22) Anmeldetag: **29.06.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• **Busse, Olaf**
80686 München (DE)
• **Siegmund, Thomas Dr.**
83624 Otterfing (DE)

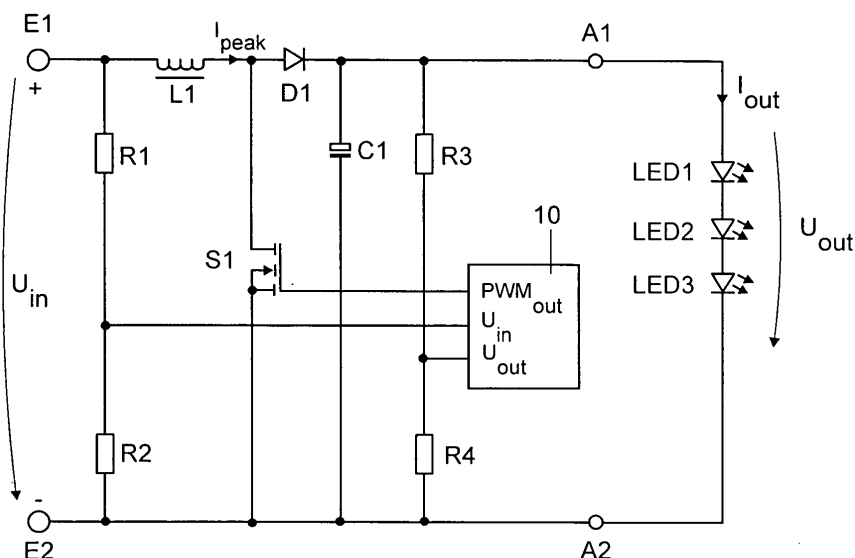
(71) Anmelder: **Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen mbH**
81543 München (DE)

(74) Vertreter: **Raiser, Franz**
Osram GmbH
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(54) **Schaltungsvorrichtung zum Betreiben mindestens einer LED und Verfahren zum Betreiben einer derartigen Schaltungsvorrichtung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltungsvorrichtung zum Betreiben mindestens einer LED (LED1, LED2, LED3) mit einem Eingangsanschluss (E1, E2) zum Anschließen einer Eingangsspannung (U_{in}); einem Ausgangsanschluss (A1, A2) zum Bereitstellen einer Ausgangsspannung (U_{out}) an die mindestens eine LED (LED1, LED2, LED3); einem zwischen den Eingangsanschluss (E1, E2) und den Ausgangsanschluss (A1, A2) gekoppelten Spannungswandler, der eine Wandlerinduktivität (L1) und einen Wandlerschalter (S1) umfasst; einer Steuervorrichtung (10) zum abwechselnden Einschalten für eine Einschaltzeit (t_{on}) und Ausschalten für eine Ausschaltzeit (t_{off}) des Wandlerschalters (S1); eine Regelvorrichtung (10) zur Regelung eines am Ausgangsanschluss (A1, A2) an die mindestens eine LED (LED1, LED2, LED3) bereitgestellten mindestens einen Ausgangsparameters; wobei sie weiterhin umfasst: einen Mikroprozessor (10), der zumindest aus den Parametern Eingangsspannung (U_{in}), Ausgangsspannung (U_{out}), Wandlerinduktivität (L1), Einschaltzeit (t_{on}) und Ausschaltzeit (t_{off}) den mindestens einen Ausgangsparameter berechnet und an die Regelvorrichtung (10) bereitstellt. Die Erfindung betrifft überdies ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Schaltungsvorrichtung.

ten für eine Ausschaltzeit (t_{off}) des Wandlerschalters (S1); eine Regelvorrichtung (10) zur Regelung eines am Ausgangsanschluss (A1, A2) an die mindestens eine LED (LED1, LED2, LED3) bereitgestellten mindestens einen Ausgangsparameters; wobei sie weiterhin umfasst: einen Mikroprozessor (10), der zumindest aus den Parametern Eingangsspannung (U_{in}), Ausgangsspannung (U_{out}), Wandlerinduktivität (L1), Einschaltzeit (t_{on}) und Ausschaltzeit (t_{off}) den mindestens einen Ausgangsparameter berechnet und an die Regelvorrichtung (10) bereitstellt. Die Erfindung betrifft überdies ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Schaltungsvorrichtung.



Beschreibung

Technisches Gebiet

5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltungsvorrichtung zum Betreiben mindestens einer LED mit einem Eingangsanschluss zum Anschließen einer Eingangsspannung, einem Ausgangsanschluss zum Bereitstellen einer Ausgangsspannung an die mindestens eine LED, einem zwischen den Eingangsanschluss und den Ausgangsanschluss gekoppelten Spannungswandler, der eine Wandlerinduktivität und einen Wandlerschalter umfasst, einer Steuervorrichtung zum abwechselnden Einschalten für eine Einschaltzeit und Ausschalten für eine Ausschaltzeit des Wandlerschalters, und eine Regelvorrichtung zur Regelung eines am Ausgangsanschluss an die mindestens eine LED bereitgestellten mindestens einen Ausgangsparameters. Sie betrifft überdies ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Schaltungsvorrichtung.

Stand der Technik

15 **[0002]** Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Problematik wird nachfolgend am Beispiel der Bereitstellung eines geregelten Ausgangsstroms an so genannte High-Brightness-LEDs (HB-LED) dargestellt. Die erfindungsgemäße Schaltungsvorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich jedoch ohne Einschränkung zur Bereitstellung auch anderer Ausgangsparameter zum Betreiben von LEDs ganz allgemein unter Erzielung der erfindungsgemäßen Vorteile einsetzen.

20 **[0003]** HB-LEDs müssen für einen optimalen Betrieb mit konstantem Strom betrieben werden. Handelsübliche LED-Treiberschaltungen, beispielsweise Steuer-ICs für Spannungswandler, verwenden dafür einen niederohmigen Shunt-Widerstand zur LED-Stromerfassung, um diesen dann auf einen konstanten Wert zu regeln. Aus dem für die Stromregelschaltung notwendigen Spannungsabfall, der aus Gründen der Störsicherheit bei handelsüblichen ICs mindestens 25 500 mV betragen sollte, lässt sich der Wert des Shunt-Widerstands R_{Shunt} wie folgt berechnen: $R_{\text{Shunt}} = U_{\text{Spannungsabfall}} / I_{\text{LED}}$. Die dabei im Shunt-Widerstand entstehenden Verluste berechnen sich zu $P_v = R_{\text{Shunt}} \cdot I_{\text{LED}}^2$, steigen also mit dem Strom quadratisch an. Beispielsweise ergeben sich dadurch bei Betrieb einer einzelnen HB-LED mit einem Betriebsstrom von 1 A Verluste von ca. 0,5 W. Diese Verluste begrenzen die maximal mögliche LED-Leistung in der jeweiligen Applikation.

Darstellung der Erfindung

35 **[0004]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, den Wirkungsgrad einer gattungsgemäßen Schaltungsvorrichtung zu verbessern. Sie besteht überdies darin, ein entsprechendes Verfahren zum Betreiben einer derartigen Schaltungsvorrichtung mit verbessertem Wirkungsgrad bereitzustellen.

[0005] Die erstgenannte Aufgabe wird gelöst durch eine Schaltungsvorrichtung mit den Merkmalen von Patentanspruch 1, die zweitgenannte Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Patentanspruch 11.

40 **[0006]** Die vorliegende Erfindung basiert zunächst auf der Erkenntnis, dass eine Verbesserung des Wirkungsgrads erreicht werden kann, wenn eine Möglichkeit gefunden wird, die eine Stromregelung ermöglicht, bei der jedoch ein Shunt-Widerstand entfallen kann. Die vorliegende Erfindung basiert weiterhin auf der Erkenntnis, dass dies ermöglicht wird, wenn ein Mikroprozessor verwendet wird, der zumindest aus den Parametern Eingangsspannung, Ausgangsspannung, Wandlerinduktivität, Einschaltzeit und Ausschaltzeit den mindestens einen zu regelnden Ausgangsparameter berechnet und an die Regelvorrichtung bereitstellt.

45 **[0007]** Wie für den Fachmann offensichtlich, lässt sich die vorliegende Erfindung nicht nur für die Regelung des an die mindestens eine LED bereitgestellten Ausgangsstroms einsetzen, sondern überdies für die Regelung der Ausgangsspannung, der Ausgangsleistung oder von Kombinationen von mindestens zwei der drei Parameter Ausgangsstrom, Ausgangsspannung und Ausgangsleistung.

50 **[0008]** Um zum eingangs genannten Beispiel zurückzukehren, kann demnach auf der Basis einer erfindungsgemäßen Schaltungsvorrichtung die Verwendung eines Shunt-Widerstands, der im Stand der Technik für die LED-Stromerfassung nötig war, entfallen. Die erfindungsgemäße Schaltungsvorrichtung zeichnet sich durch einen besseren Wirkungsgrad aus, insbesondere bei niedriger Ausgangsspannung. Sie zeigt ein verbessertes thermisches Verhalten, da keine verlustbehafteten Shunt-Widerstände verwendet werden müssen. Dies resultiert darin, dass im Vergleich zum Stand der Technik eine erfindungsgemäße Schaltungsvorrichtung bei kleineren Abmessungen und damit kostengünstiger realisiert werden kann.

55 **[0009]** Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Regelvorrichtung zum Regeln des mindestens einen Ausgangsparameters mit der Steuervorrichtung gekoppelt ist, wobei die Steuervorrichtung ausgelegt ist, zum Regeln des mindestens einen Ausgangsparameters die Einschaltzeit und/oder die Ausschaltzeit zu variieren.

[0010] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass sie eine Anordnung zum Bestimmen

der Eingangsspannung und/oder eine Anordnung zum Bestimmen der Ausgangsspannung umfasst.

[0011] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Wandler als Hochsetzsteller ausgebildet und der Ausgangsstrom wird berechnet zu:

$$I_{out} = (t_{on} \cdot U_{in})^2 / (2 \cdot L \cdot (U_{out} - U_{in}) \cdot (t_{on} + t_{off})).$$

[0012] Ohne eine Vorrichtung zur Detektion des Nullwerdens des Stroms, um ein Arbeiten nahe der Lückgrenze zu ermöglichen, kann die kleinste mögliche off-Zeit t_{off} berechnet werden zu:

$$t_{off} = (t_{on} \cdot U_{in}) / (U_{out} - U_{in}).$$

[0013] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0014] Die mit Bezug auf die erfindungsgemäße Vorrichtung vorgestellten bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten, sofern anwendbar, in entsprechender Weise für das erfindungsgemäße Verfahren.

Kurze Beschreibung der Zeichnung(en)

[0015] Im Nachfolgenden wird nunmehr ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsvorrichtung unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher dargestellt. Diese zeigt in schematischer Darstellung ein Schaltbild einer erfindungsgemäßen Schaltungsvorrichtung.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0016] Fig. 1 zeigt als Beispiel für eine erfindungsgemäße Schaltungsvorrichtung einen Aufwärtswandler. Wie für den Fachmann offensichtlich, kann das erfindungsgemäße Prinzip ohne weiteres auf andere Wandlerarten, beispielsweise Abwärtswandler, übertragen und mit Erfolg angewendet werden.

[0017] Am Eingangsanschluss E1, E2 des in Fig. 1 dargestellten Aufwärtswandlers liegt eine Eingangsspannung U_{in} an. Am Ausgangsanschluss A1, A2 wird eine Ausgangsspannung U_{out} an eine Serienschaltung von drei HB-LEDs LED1, LED2, LED3 bereitgestellt. Als Aufwärtswandler dient ein Hochsetzsteller, der eine Hochsetzstellerinduktivität L1, einen Hochsetzstellerschalter S1, eine Hochsetzstellerschalterdiode D1 sowie einen Speicherkondensator C1 umfasst. Ein Mikroprozessor 10 umfasst eine Steuervorrichtung zum abwechselnden Einschalten für eine Einschaltzeit t_{on} und Ausschalten für eine Ausschaltzeit t_{off} des Hochsetzstellerschalters S1 über seinen Ausgang PWMout. Er umfasst überdies eine Regelvorrichtung zur Regelung des durch die Serienschaltung der drei LEDs LED1, LED2, LED3 fließenden Stroms I_{out} . Über seinen Eingang U_{in} und seinen Eingang U_{out} ist der Mikroprozessor 10 ausgelegt, die Eingangsspannung U_{in} unter Verwendung zweier ohmscher Widerstände R1, R2 und die Ausgangsspannung U_{out} unter Verwendung zweier ohmscher Widerstände R3, R4 zu bestimmen.

[0018] Im Mikroprozessor 10 ist überdies der Wert der Drossel L1 abgelegt. Daraus wird im Mikroprozessor 10 zunächst der maximale Drosselstrom I_{peak} berechnet zu:

$$I_{peak} = t_{on} \cdot U_{in} / L1.$$

[0019] Damit lässt sich verhindern, dass die Hochsetzstellerinduktivität L1 in Sättigung betrieben wird oder der Hochsetzstellerschalter S1 überlastet wird.. Weiter lassen sich daraus die Ausgangsleistung P_{out} und der Ausgangsstrom I_{out} im Mikroprozessor 10 wie folgt berechnen:

$$P_{out} = \frac{I_{peak}^2 \cdot U_{out} \cdot L1}{2 \cdot (U_{out} - U_{in}) \cdot (t_{on} + t_{off})}$$

und

$$I_{out} = \frac{P_{out}}{U_{out}} = \frac{t_{on}^2 \cdot U_{in}^2}{2L \cdot (U_{out} - U_{in}) \cdot (t_{on} + t_{off})}$$

[0020] In der letztgenannten Gleichung sind dem Mikroprozessor 10 alle Variablen bekannt, so dass der Ausgangsstrom I_{out} berechnet werden kann, ohne dass hierfür ein Shunt-Widerstand verwendet werden müsste.

[0021] Die oben genannten Formeln gelten sowohl für den lückenden Betrieb als auch für den Betrieb an der Lückgrenze. Vorhandene Verluste lassen sich entweder durch detailliertere Formeln berechnen oder durch Korrekturfaktoren berücksichtigen.

[0022] Sofern keine Möglichkeit vorgesehen ist, das Nullwerden des Stroms zu detektieren, um nahe an der Lückgrenze zu arbeiten, kann die kleinste mögliche off-Zeit wie folgt berechnet werden:

$$t_{off} = \frac{I_{peak} \cdot L1}{U_{out} - U_{in}} = \frac{t_{on} \cdot U_{in}}{U_{out} - U_{in}}$$

Patentansprüche

1. Schaltungsvorrichtung zum Betreiben mindestens einer LED (LED1, LED2, LED3) mit

- einem Eingangsanschluss (E1, E2) zum Anschließen einer Eingangsspannung (U_{in});
- einem Ausgangsanschluss (A1, A2) zum Bereitstellen einer Ausgangsspannung (U_{out}) an die mindestens eine LED (LED1, LED2, LED3);
- einem zwischen den Eingangsanschluss (E1, E2) und den Ausgangsanschluss (A1, A2) gekoppelten Spannungswandler, der eine Wandlerinduktivität (L1) und einen Wandlerschalter (S1) umfasst;
- einer Steuervorrichtung (10) zum abwechselnden Einschalten für eine Einschaltzeit (t_{on}) und Ausschalten für eine Ausschaltzeit (t_{off}) des Wandlerschalters (S1);
- eine Regelvorrichtung (10) zur Regelung eines am Ausgangsanschluss (A1, A2) an die mindestens eine LED (LED1, LED2, LED3) bereitgestellten mindestens einen Ausgangsparameters;

dadurch gekennzeichnet,
dass sie weiterhin umfasst:

- einen Mikroprozessor (10), der zumindest aus den Parametern Eingangsspannung (U_{in}), Ausgangsspannung (U_{out}), Wandlerinduktivität (L1), Einschaltzeit (t_{on}) und Ausschaltzeit (t_{off}) den mindestens einen Ausgangsparameter berechnet und an die Regelvorrichtung (10) bereitstellt.

2. Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Regelvorrichtung (10) zum Regeln des mindestens einen Ausgangsparameters mit der Steuervorrichtung (10) gekoppelt ist, wobei die Steuervorrichtung (10) ausgelegt ist, zum Regeln des mindestens einen Ausgangsparameters die Einschaltzeit (t_{on}) und/oder die Ausschaltzeit (t_{off}) zu variieren.

3. Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass sie weiterhin umfasst:

- eine Anordnung (R1, R2, 10) zum Bestimmen der Eingangsspannung (U_{in}).

4. Schaltungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie weiterhin umfasst:

- eine Anordnung (R3, R4, 10) zum Bestimmen der Ausgangsspannung (U_{out}).

5. Schaltungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der mindestens eine Ausgangsparameter die Ausgangsspannung (U_{out}) ist.

6. Schaltungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der mindestens eine Ausgangsparameter die Ausgangsleistung (P_{out}) ist.

7. Schaltungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der mindestens eine Ausgangsparameter der Ausgangsstrom (I_{out}) ist.

8. Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wandler als Hochsetzsteller ausgebildet ist und der Ausgangsstrom (I_{out}) berechnet wird zu:

$$I_{out} = (t_{on} * U_{in})^2 / (2 * L1 * (U_{out} - U_{in}) * (t_{on} + t_{off}))$$

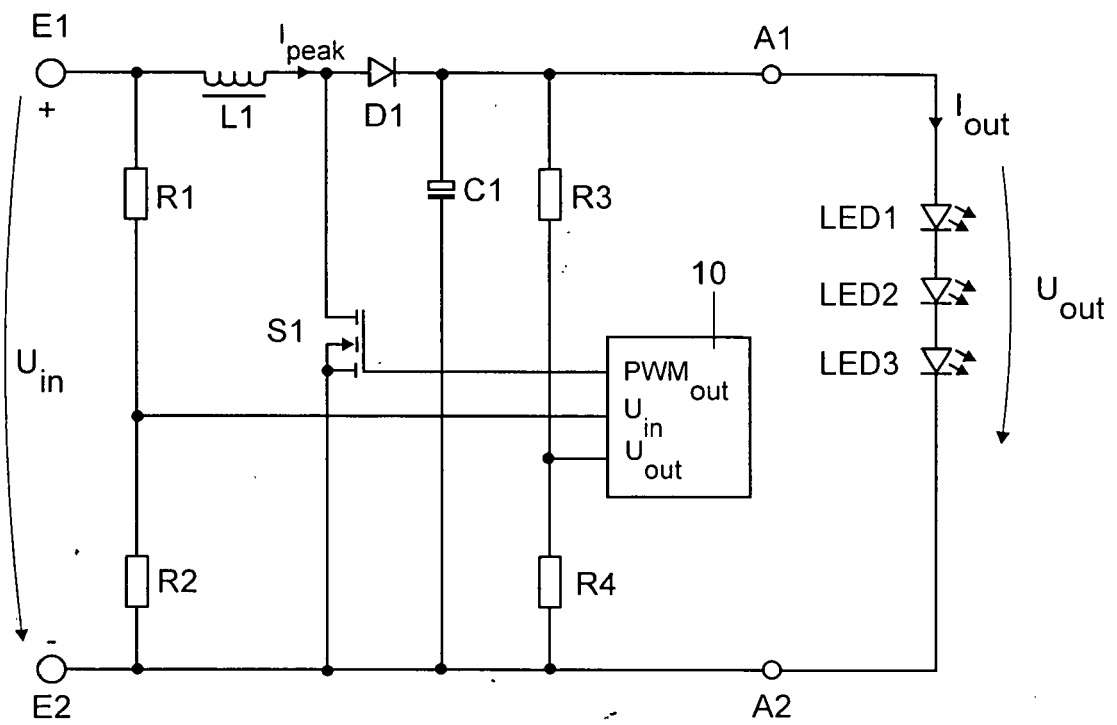
9. Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ausschaltzeit (t_{off}) berechnet wird zu:

$$t_{off} = (t_{on} * U_{in}) / (U_{out} - U_{in})$$

10. Schaltungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Ausgangsparameter eine Kombination von mindestens zwei der Parameter Ausgangsstrom (I_{out}), Ausgangsspannung (U_{out}) und Ausgangsleistung (P_{out}) darstellt.

11. Verfahren zum Betreiben einer Schaltungsvorrichtung zum Betreiben mindestens einer LED (LED1, LED2, LED3) mit einem Anschluss zum Anschließen einer Eingangsspannung (U_{in}), einem Anschluss zum Bereitstellen einer Ausgangsspannung (U_{out}) an die mindestens eine LED (LED1, LED2, LED3), einem zwischen den Eingangsanschluss (E1, E2) und den Ausgangsanschluss (A1, A2) gekoppelten Spannungswandler, der eine Wandlerinduktivität (L1) und einen Wandlerschalter (S1) umfasst, einer Steuervorrichtung (10) zum abwechselnden Einschalten über eine Einschaltzeit (t_{on}) und Ausschalten über eine Ausschaltzeit (t_{off}) des Wandlerschalters (S1), eine Regelvorrichtung (10) zur Regelung des am Ausgangsanschluss (A1, A2) an die mindestens eine LED (LED1, LED2, LED3) bereitgestellten mindestens einen Ausgangsparameters;

dadurch gekennzeichnet,
dass sie einen Mikroprozessor (10) umfasst, wobei im Mikroprozessor (10) aus der Eingangsspannung (U_{in}), der Ausgangsspannung (U_{out}), der Wandlerinduktivität (L1), der Einschaltzeit (t_{on}) und der Ausschaltzeit (t_{off}) der mindestens eine Ausgangsparameter berechnet und an die Regelvorrichtung (10) bereitgestellt wird.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 01 3620

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 6 888 383 B1 (FAIRBANKS JOHN PATRICK [US]) 3. Mai 2005 (2005-05-03) * Spalte 1, Zeile 55 - Spalte 5, Zeile 40; Abbildungen 1,2 *	1-7,10, 11	INV. H05B33/08
A	DE 103 30 135 A1 (LUMILEDS LIGHTING U S [US]) 22. Januar 2004 (2004-01-22) * Absatz [0012] - Absatz [0029]; Abbildungen 1,2 *	1-11	
A	WO 2005/039251 A (VICIOUS POWER PTY LTD [AU]; BASTIANS DAVID [AU]) 28. April 2005 (2005-04-28)		
A	US 2005/231133 A1 (LYS IHOR A [US]) 20. Oktober 2005 (2005-10-20)		
A	US 2005/189822 A1 (NAMBA TAKANORI [JP] ET AL) 1. September 2005 (2005-09-01)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. Dezember 2006	Prüfer Albertsson, Gustav
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03-02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 01 3620

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-12-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6888383	B1	03-05-2005	KEINE
DE 10330135	A1	22-01-2004	JP 2004048011 A 12-02-2004 KR 20040005622 A 16-01-2004 US 2004095185 A1 20-05-2004
WO 2005039251	A	28-04-2005	KEINE
US 2005231133	A1	20-10-2005	KEINE
US 2005189822	A1	01-09-2005	DE 102005005539 A1 08-09-2005 JP 2005224087 A 18-08-2005

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82